

FANCSALI TIBOR*

A budapesti Erzsébet-híd építése *1898–1903*

Előadásom témájaként az 1898 és 1903 között megvalósult Erzsébet-híd építését választottam. Szeretném bemutatni a századfordulóhoz közeli időszak műszaki színvonalát, felvázolni azokat a körülményeket, amelyekkel sikeresen létrehoztunk egy, a maga nemében egyedülálló műszaki alkotást, amelyre az egész világ elismerően bólintott.

Budapest székesfőváros területén a meglévő Duna-hidak mellé az 1893. évi XIV. törvénycikk újabb két híd építését rendelte el. Ezek közül az egyiket, a Ferenc József hidat az 1894–1896. években valósították meg és a magyar állam ezeréves fennállásának évében, 1896. október 4-én adták át a közforgalomnak. A második, az Erzsébet-híd létesítésére a Kereskedelemügyi Minisztérium versenytárgyalást hirdetett meg. A felállítási helyszínként kijelölte, hogy a híd az I. kerületi Rudasfürdő tér és a IV. kerületi Eskü tér között íveljen át a Dunán.

A versenytárgyalásra 1897. október 31-én került sor. Ennek kiértékelése és eredménye alapján a kereskedelemügyi magyar királyi miniszter az 1898. március 26-án kelt, 13.459/1. számú rendeletével a magyar királyi államvasutak gépgyárát bízta meg a híd vasszerkezetének előállításával és helyszíni felállításával.

A megvalósításhoz szükséges műszaki dokumentáció kidolgozása a gépgyár feladata volt. Vázlatos kivonatot ismertettek a vasszerkezettel kapcsolatos „Műszaki leírás és részletes határozatok” című füzetből.

Az Erzsébet-hídnek a Duna medre fölött csak egyetlen egy nyílása van, amelyhez mindkét oldalon egy-egy parti nyílás csatlakozik. A medernyílás nagysága pillérközéptől pillérközépig mérve 290 métert, a parti áthidalásoké pedig, a pillér közepétől a hídfő víz felőli homloklapjáig 42,2 métert, a hídfők homloklapjai között mért össznyílás tehát 374,4 métert tesz ki.

A hídpálya 11 méter széles kocsíútból és annak mindkét oldalán, a medernyílásban 3,5 méter, a parti áthidalásoknál pedig 3,7 méter szélességű gyalogjárókból áll. A híd középső, 100 méter hosszú részében parabola alakú ív van beiktatva úgy, hogy a híd közepén és annak tengelyében a kocsíút pályaszintje tehermentes állapotban és +10 °C hőmérséklet mellett, 18,575 méter magasságot ér el a nullvíz szintje fölött.

A nagy medernyílás rácsstartókkal merevített láncszerkezettel, a két parti nyílás pedig a medernyílásnak azokba benyúló merevítő rácsstartóival van áthidalva. A két, egymástól 20 méternyi

* Országos Műszaki Múzeum Központi Kohászati Múzeuma, 3517 Miskolc, Palota u. 22.

távolságban levő főtartó mindegyikének két egymás fölött elhelyezett lánc van, melyek csuklós talpsarukra támaszkodó vasoszlopokra vannak felfüggesztve és a hídfőkben lehorgonyozva.

A láncok elméleti felfüggesztési pontja a felső láncnál 51,56 méter és az alsó láncnál 50,04 m magasságban, a lánc tengelyének a medernyílásban levő legmélyebb pontja pedig a felső láncnál 22,560 m és az alsó láncnál 21,04 m magasságban van a nullvíz szintje fölött. Ez utóbbi magasságot akkor éri el a két lánc, ha a híd +10 °C hőmérsékletnél csak önsúlyával van megterhelve.

Az egyes lánctagokat henger alakú csapok kötik egymáshoz. A láncok felfüggesztésére szolgáló vasoszlopok (kapuzatok) vázát két-két, középtől-középig mérve egymástól 2205 mm távolságban levő álló vasszekrény képezi. A vasoszlopok a felső keresztkötésekkel az ezek alatt alkalmazott ív alakú összeköttetések által vaskapuzattá alakulnak.

A kocs út mindkét oldalán villamos vasúti vágányok, áramvezető csatornák, kábelek fektetésére alkalmas csatornák, távbeszélő vezeték céljaira szolgáló öntöttvas cső, és a gázvilágítás csővezetéke van elhelyezve.

A hídfelszerkezet egyes alkotórészeinek méretszámításánál a következő terhelések szolgáltak alapul:

a) A kocs út alkotórészeinek és a függővasak méretezésénél 4 tonna keréknyomás, a gyalogjárók, merevítő tartók, a láncok és a kapuzatok vasoszlopainak méretezésénél 450 kg/m² megoszló terhelés.

b) Azoknak az alkotórészeknek méretezésénél, melyekben a hőmérséklet változása belső erőt okozhat, a változás maximum +10 °C középhőmérséklethez képest ±30 °C.

c) Legnagyobb szélnyomásként terheletlen hídnál 250 kg/m²-t, megterhelt hídnál pedig 150 kg/m²-t vettek alapul.

A vasszerkezet előállításához felhasználandó összesacélt és folyasztottvasat a Siemens–Martin-féle eljárás szerint állították elő a diósgyőri M. Kir. Vas- és Acélgyárban és a zólyombrezói M. Kir. Vasgyárban.

A lánclemezeket és csaphengereket, a hengerelt, a kovácsolt acélszerkezeteket, valamint az acélöntvényeket a diósgyőri gyárban gyártották le és készítették ki. A lánclemezek gyártásához és összeállításához a diósgyőri vasgyárban külön műhelyt létesítettek.

A lánclemezek megmunkálásához szükséges speciális szerszámgepeket a budapesti Vulkángyártól szereztek be 222 000 korona összköltségért. Az egyéb berendezésekre, amelyek a diósgyőri gyárban készültek, és a munkálatok elvégzésére további 230 000 korona állt rendelkezésre.

A láncok és egyéb acélszerkezetek megmunkálásánál szigorú alak-, méret- és helyzetpontosági előírásokat kellett betartani, mert az egy-egy csaphenger által összefogott lánclemezek nagy számát (38–44) tekintve, már kisebb eltérések is befolyásolhatták az előírt pontosságot. Ezen szigorú minőségi és kiviteli előírások miatt a felkérés ellenére Európa több hírneves vállalata nem vállalta a híd lánctagjainak legyártását. A hőmérséklet hatása miatt ugyanolyan anyagminőségű mérőeszközöket használtak, amilyen a lánclemezek anyagminősége volt.

Az összesen 4094 db lánclemez gyártását 1899. március 21-én kezdték meg és 1900. december 22-én fejezték be. Tehát összesen 21 hónap alatt havonként átlagosan 195 db lánclemezt készítettek el. A lánclemezek gyártása összesen 57 100 napszámot igényelt az akkor napi 10 órás munkaidővel. A legyártott és beépített lánctagok minőség és kivitel szempontjából olyan kiválóak voltak, hogy kivívták az egész világ elismerését.

Az összes folytvas-szerkezet gyártását, valamint a teljes vasszerkezet helyszíni szerelését, az ehhez szükséges összes állvány előállítását és a vasszerkezet mázolásai munkáit a M. Kir. Államvasutak gépgyárában végezték el. A vasoszlopok 1899. december 11-én a gépgyárban teljesen összeállított állapotban voltak. Az egyéb vasalkatrészek 1900. november 21-éig készültek el teljesen. A szögecselést a gyárban részben légnyomású, részben víznyomású szögecselőgépekkel végezték. Az ezekkel a vasszerkezetbe bevert szögecskek száma 614 000 volt.

A vasszerkezet szerelési munkáinak végrehajtásával kapcsolatban még a következő vas munkákról kell említést tennem:

A medernyílás szerelőállványára nézve kikötötték, hogy abban a hajózás akadálytalan lebo-

nyolítása céljából négy, egyenként 48 méternyi nyílás szabadon maradjon. Ezen nyílásokat ún. szerelő-vasszerkezetekkel hidalták át.

A vas alkotórészek gyártása összesen 126 700 kézi napszámot igényelt, ami napi átlag 10 órai munkaidő mellett 1 267 000 munkaórának felel meg. A vasszerkezet gyártásakor az egy napon foglalkoztatott munkások legnagyobb létszáma 302 volt. Itt említem meg, hogy a gépgyár által az egész vasszerkezetről 333 db, a szerelőállványokról és egyéb helyszíni berendezésekről pedig 108 db, legnagyobbbrészt M 1:15 méretarányú részletterv készült. A vasszerkezet helyszíni szerelése a Duna mindkét partján 1899-ben kezdődött meg. Az egyes szerelési munkák végrehajtását úgy tervezték, hogy mindkét part felől egy időben haladjanak a híd közepe felé.

Az alapozási munkáknál azonban váratlan akadály jelentkezett. A jobb parti hídfőnél egy melegforrás kitörése hátráltatta a munkálatokat a bal parti hídfővel szemben. A bal parton a hídfő horgonykamráinak és a parti pillérek tengelyeinek a parton felállított fix ponthoz viszonyított pontos mérése június 5-én, a jobb parton augusztus 5-én kezdődött meg. Az egyes szerelési munkák végrehajtását úgy tervezték, hogy mindkét part felől egy időben haladjanak a híd közepe felé.

Az alapozási munkáknál azonban váratlan akadály jelentkezett. A jobb parti hídfőnél egy melegforrás kitörése hátráltatta a munkálatokat a bal parti hídfővel szemben. A bal parton a hídfő horgonykamráinak és a parti pillérek tengelyeinek a parton felállított fix ponthoz viszonyított pontos bemérése június 5-én, a jobb parton augusztus 5-én kezdődött meg.

Az egyenként 6,7 súlyú horgonysaruk szerelése a bal parti oldalon július 10-én, a jobb parti oldalon augusztus 30-án kezdődött meg ugyanazokkal a darukkal, melyeket a hídfőfalzathoz használtak.

Képi dokumentáció áll rendelkezésre arról, amint a felső horgonylánc tag szerelésekor a jobb parti oldalon négy munkás egy két kötéllel függő és vízszintes irányban könnyen kezelhető gerendával a felső lánc tagokat összekötő csaphengert készül egy lánclemez vastagsággal, azaz 25 mm-el a csaphengerlyukba beverni.

A merevítő tartók végeit megtámasztó és lehorgonyzó ingaoszlopokat a hozzájuk tartozó sarualkotórészekkel együtt mindkét oldalon október 30-ig helyezték el. A bal parti nyílás áthidalására szolgáló vasszerkezet szerelőállványának munkálatai november közepén, a jobb parton ugyanezek december végén készültek el.

Az 1900-as években az egyes munkákat a jobb és bal parti oldalon már csak néhány napi különbséggel, párhuzamosan végezték. A főbb munkák a következők voltak: a parti pillérek fölötti vasoszlopok körüli és a horgonyláncokat támasztó állványok felállítása, továbbá a kapuzatok vasoszlopainak, valamint a horgonyláncok szakaszainak szerelése.

1900. március 16-án a merevítő tartóknak a parti nyílás áthidalására szolgáló része a 9. csomópontig fel volt szerelve, úgyszintén a kereszt tartók és a három középső hossz tartó sor. 1900. május 19-én a vasoszlopok szerelőállványa mind a két oldalon +33 m magasságig már állt.

A vasoszlopok szerelése június 20-án kezdődött. Az alsó részeket a +33 m magasságban elhelyezett futódaruval állították fel. Október 25-ig a vasoszlopok szereléséhez szükséges állványzatok a +55 m magasságban elhelyezett futódaruk segítségével elkészültek.

A már körülbelül 43 m magas és csuklós szerkezetű talpsarukra támaszkodó vasoszlopok függőleges állását a szél által előidézett felbillenés ellen fagerendákkal és ékekkel való megtámasztással biztosították.

A Duna a híd helyén viszonylag keskeny, és emiatt a tavaszkor elinduló jég a partokra erős nyomást gyakorol. Ezért a vasoszlopok szerelőállványainak a mederbe beépített 2-2 jármát a jégnyomás ellen biztosítani kellett. E célból a folyó mindkét oldalán egy-egy erős jégtörőt építettek. Az 1900–1901. évi tél nagyon kemény volt, a bal parti jégtörőnél néhány cölöp el is törött. A szerelőállvány azonban nem szenvedett károsodást. A vasoszlopok szerelését április 5-én befejezték.

Március 6-án elindult a Duna jege, és a jégzajlás március 11-én már olyan csekély volt, hogy a két gőzüzemű cölöpverőgép telepítését meg lehetett kezdeni. A berendezések 18 000 koronába kerültek. A parti pillér és a szélső hajózási nyílás közötti állványrész cölöpözését mindkét oldalon egyidejűleg végezték.

A hajózási nyílások áthidalására 51 m támaszközü vasszerkezeteket alkalmaztak. Ezeket úgy tervezték meg, hogy a későbbiek folyamán szabványos közúti hidakként felhasználhatók legyenek. A hajózás céljára mindenkor legalább három nyílásnak kellett rendelkezése állnia.

Az idő rövidsége miatt a szerelőhidakat nem szilárd állványokról, hanem úszóállványokról állították fel. A gépgyár erre a célra négy darab, egyenként 32 m hosszú, 5,5 m széles, és 1,9 m mély fabárára felépített úszóállványt készített 19 000 korona összköltséggel. A vas alkotórészeket a partról munkapódiummal ellátott dereglyén szállították az úszóállványhoz. A négy vasoszlop pontos helyzetbe hozása után április 17-én megkezdődött az alsó és felső felfüggesztő láncok szerelése. Ezt 4 db villamos hajtású készülék segítségével végezték. A készülékeket a Ganz-gyártól szerezték be 17 800 koronáért. Az összes tartólánc szerelése alig 12 hetet vett igénybe. A hajózási nyílások fölötti állványokat november 19-ig teljesen lebontották.

A szabad szerelést szeptember 19-én kezdték. Február 7-én a merevítő tartók a két középső kivételével már össze voltak szerelve.

Június 9-én megkezdődött a villamosvasúti vágányok fektetése, július 1-én pedig az aszfalt-beton terítése. A merevítő tartók beszabályozása is befejeződött szeptember 14-én. A szerkezeti részek összekapcsolására összesen 1 227 000 db szegecsot használtak fel.

Az összes szerelőállványhoz 11 200 m³ faanyagot használtak fel 220 000 korona értékben. A hajózási nyílások áthidalására előállított vasszerkezetek 611 800 kg összsúly mellett 252 000 korona értéket képviseltek. A vasszerkezet mázolásához 94 000 kg, összesen 59 000 korona összértékű különféle festékanyagot használtak fel.

A híd próbaterhelését 1903. szeptember 23. és október 2. között hajtották végre. Terhelő anyagul bazalt-kockaköveket alkalmaztak, melyeknek átlagos súlya 18,2 kg volt. A medernyílás teljes terheléséhez 2 318 680 kg összsúlyú, 127 400 db 18/18/18 cm méretű kockakő volt szükséges.

A vasszerkezet függőleges áthajlásainak észlelése céljából mindegyik parti pillér tengelyében, minden vasoszlop mellé, szilárd állványokra Sprenger-féle behajlást mérő távcsöveket helyeztek el és közvetlenül mellettük, valamint az oldalnyílásokban bekövetkezendő áthajlások megfigyelhetése céljából a hídfőkön levő vámszedőházak falazatához is egy-egy céltáblát erősítettek, a megfelelő távcsővel egy magasságban. A távcsövek szátkeresztjének vízszintes szála és a szemközt levő céltábla vízszintes középvonala által képezett változatlan vízszintes síkra vonatkoztatva állapították meg a főtartók egyes csomópontjainak magassági helyzetét, nivelláló lécek segítségével.

A vasoszlopok csuklós sarukra helyezett ingaoszlopok lévén, ezek elhajlásainak megfigyelése céljából mindegyik vasoszlop belsejében egy-egy 35,4 m hosszú, vékony acéldróra felfüggesztett súlyos ingát helyeztek, mely egy vízszintes mérce fölött lengett.

A vasszerkezet mindenkori hőmérsékletének megállapítása céljából a láncok lemezei közt levő 25 mm-es hézagokba parafából készült vályúkat szorítottak be és az ezekbe öntött higanyba helyezték el a hőmérők gömbjeit. Mindkét főtartón mind az alsó, mind a felső lánc egy-egy keresztmetszetében 5-5, összesen 20 hőmérő volt.

A hídfő vízszintes elmozdulását a hídfők előtt kifeszített és két fixponthoz erősített acéldrót segítségével észlelték.

Az áthajlások értékeit *Kherndl Antal*, a budapesti kir. József Műegyetem tanárának elmélete és szerkesztési eljárása alapján számították. Ezt az eljárást vették alapul a láncok és merevítő tartók méretszámításánál is.

A próbaterhelés eredménye – mivel az észlelt legnagyobb rugalmas áthajlások a számítottakat sehol sem haladták meg és a maradó áthajlások 1/5 részénél, ami a vasszerkezetre vonatkozóan a műszaki feltételek szerint még megengedhető, minden tekintetben kedvezőek voltak – mind a felhasznált anyag, mind a teljesített munka jó minőségéről tanúskodik.

A hidat *I. Ferenc József*, Magyarország apostoli királya nevében *József főherceg* 1903. október 10-én adta át a közforgalomnak.